

Identifikasi Mikoriza dari Lahan Desa Poteran, Pulau Poteran, Sumenep Madura

Eka Novi Octavianti dan Dini Ermavitalini

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: dinierma@bio.its.ac.id

Abstrak—Mikoriza merupakan suatu bentuk simbiosis mutualisme antara cendawan dengan perakaran tanaman yang dapat membantu peningkatan penyerapan unsur-unsur hara tanah yang dibutuhkan oleh tanaman, berperan sebagai penghalang biologi terhadap infeksi patogen akar, dan memperpanjang fungsi perakaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis MVA yang terdapat pada sampel tanah Desa Poteran. Identifikasi mikoriza dari lahan Desa Poteran dilakukan dengan menggunakan metode tuang saring basah kemudian diamati dengan mikroskop cahaya dan diidentifikasi hingga tingkat genus dengan menggunakan buku panduan *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture* serta dipertegas dengan menggunakan website INVAM. Karakteristik yang diamati adalah bentuk spora, warna spora dan ornamen spora. Hasil dari identifikasi mikoriza Desa Poteran ditemukan tiga genus spora yaitu genus *Glomus*, *Acaulospora* dan *Gigaspora*.

Kata Kunci—*Acaulospora*, Desa Poteran, *Gigaspora* dan *Glomus*.

I. PENDAHULUAN

DESA Poteran berada di pulau Poteran yang merupakan bagian wilayah dari Kecamatan Talango Kabupaten Sumenep, Madura. Lahan pertanian di wilayah Madura merupakan lahan kering dimana kandungan bahan organik di tanahnya berkisar 2%. Rendahnya kandungan bahan organik ini disebabkan pengelolaan lahan yang belum berbasis konservasi dengan memanfaatkan potensi sumber bahan organik yang ada [1].

Mikoriza merupakan suatu bentuk simbiosis mutualisme antara cendawan dengan perakaran tanaman (Turk *et al.*, 2006). Simbiosis ini terdapat hampir pada semua jenis tanaman. Mikoriza berperan dalam peningkatan penyerapan unsur-unsur hara tanah yang dibutuhkan oleh tanaman seperti P, N, K, Zn, Mg, Cu, dan Ca. Tanaman inang memperoleh berbagai nutrisi, air, proteksi biologis dan lain-lainnya, sedangkan cendawan memperoleh fotosintat sebagai sumber karbon. Asosiasi mutualistik ini merupakan interaksi antara tanaman inang, cendawan dan faktor tanah. Mikoriza berasosiasi dengan sekitar 80 – 90 % jenis tanaman yang tersebar di daerah artik sampai ke daerah tropis dan dari daerah bergurun pasir sampai ke hutan [2].

Jamur Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah, yaitu membuat tanah menjadi gembur. MVA melalui akar eksternalnya menghasilkan senyawa glikoprotein glomalin dan asam-asam organik yang akan mengikat butir-butir tanah menjadi agregat mikro. Selanjutnya melalui proses mekanis oleh hifa

eksternal, agregat mikro akan membentuk agregat makro. Cendawan ini menginfeksi tanaman melalui spora, tumbuh dan berkembang dalam jaringan korteks, dimana morfologinya terdiri dari arbuskel, vesikel, miselium internal dan eksternal [3].

Mikroba seperti cendawan mikoriza telah diketahui dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas lahan dan tanaman. Cendawan ini mampu berperan sebagai biofertilizer, bioprotektor, dan bioregulator yang menjadikannya sebagai agen biologi yang bersifat ramah lingkungan. Akar yang bermikoriza dapat menyerap P dari larutan tanah pada konsentrasi dimana akar tanaman tidak bermikoriza, tidak dapat menjangkaunya. Hal ini disebabkan karena akar yang terinfeksi mikoriza mempunyai metabolisme energi lebih besar, sehingga aktif dalam pengambilan P pada konsentrasi 10^{-7} - 10^{-6} di dalam larutan tanah hingga menjadi 10^{-3} - 10^{-2} di dalam akar. Selain itu diameter hifa cendawan MVA sangat kecil yaitu 2-5 μm , sehingga dengan mudah menembus pori-pori tanah yang tidak bisa ditembus oleh akar tanaman yang berdiameter 10-20 μm [3]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis MVA yang terdapat pada sampel tanah Desa Poteran.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2013 sampai Juni 2014 di Laboratorium Botani dan *Green House* Biologi ITS Surabaya. Pengambilan sampel dilakukan di lahan pertanian Desa Poteran kecamatan Talango Poteran Kabupaten.

B. Pengambilan Sampel Tanah

Metode pengambilan sampel tanah untuk isolasi mikoriza dilakukan secara komposit diagonal yaitu mengambil sampel dari titik diagonalnya sebanyak 5 titik [4]. Sampel tanah diambil sebanyak ± 1 kg pada permukaan tanah sampai perakaran akar tanaman [5]. Sampel tanah dimasukkan dalam plastik yang telah ditandai dan disimpan di Laboratorium untuk dianalisa lebih lanjut. pH tanah diukur dengan menggunakan pH meter di Labrotarium botani ITS. Sedangkan kondisi kimia tanah seperti kandungan C-organik, N, P, K, dan kadar air diuji di Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.

C. Isolasi Mikoriza dari Lahan Desa Poteran

Isolasi mikoriza dari lahan Desa Poteran dilakukan di Laboratorium Botani Biologi ITS Surabaya. Setelah

didapatkan sampel, tanah diambil sebanyak ± 100 gr dan dimasukkan ke dalam tempat berisi air sebanyak 500 ml, diaduk sampai homogen. Kemudian didiamkan selama beberapa menit dan suspensinya dituangkan ke saringan tingkat empat dengan diameter lubang berturut-turut dari atas ke bawah adalah 0,600; 0,180; 0,075; 0,063 dan 0,038 milimeter. Untuk mencegah penyumbatan lubang saringan, dilakukan penyemprotan dengan air bersih ke permukaan saringan. Bahan yang tertinggal disaringan 0,063 dan 0,038 milimeter dicuci dengan air bersih dan dituangkan dalam tabung-tabung sentrifuge sebanyak 7 ml dan ditambahkan larutan sukrosa 60% sebanyak 7 ml. Tabung-tabung tersebut dimasukkan dalam kotak sentrifuge. Sentrifuge dilakukan selama 7 menit dengan putaran 2000 rpm. Setelah dilakukan sentrifuge, cairan dituang ke dalam saringan 0,038 mm dan ayakan dibersihkan dengan aquades kemudian dituang ke botol vial selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah spora [2].

D. Identifikasi Mikoriza Desa Poteran

Pembuatan preparat spora mikoriza dimaksudkan untuk membantu proses identifikasi. Dari preparat tersebut diharapkan informasi morfologi dan struktur sub-seluler spora dapat menentukan genus VAM. Preparat dibuat dengan cara menetasakan cairan hasil isolasi mikoriza indigenous diatas kaca objek dan ditutup dengan kaca penutup selanjutnya diamati di mikroskop cahaya dan diidentifikasi. Identifikasi mikoriza dari lahan Desa Poteran dilakukan dengan menggunakan buku panduan Working with Mycorrhizas in FoPrestry and Agriculture [2], serta dipertegas dengan menggunakan website INVAM [6]. Karakteristik yang diamati adalah bentuk spora, warna spora dan ornamen spora [2].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kandungan dan Kondisi Tanah

Kondisi lingkungan berpengaruh terhadap keberadaan dan kelimpahan spora mikoriza dalam tanah, seperti kondisi fisik dan kimia tanah, selain itu faktor iklim juga penting karena dapat mempengaruhi karakteristik tanah, mempengaruhi fisiologi tanaman inang dan berakibat mempengaruhi hubungan tanaman dan jamurnya. Keberadaan mikoriza dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, kandungan air tanah, pH tanah, bahan organik, serta logam berat dan unsur lain [7].

Kondisi tanah di Desa Poteran merupakan tanah liat, contoh tanah yang didominasi oleh fraksi liat (*clay*) sesuai untuk perkembangan dan pertumbuhan spora *Glomus*, sementara spora dari genus *Gigaspora* dan *Acaulospora* terdapat dalam jumlah yang tinggi pada tanah yang berpasir. Pada tanah berpasir, pori-pori tanah terbentuk lebih besar dibandingkan tanah lempung, dan keadaan ini diduga sesuai untuk perkembangan spora *Gigaspora* yang berukuran lebih besar dari pada spora *Glomus* [8].

Perkecambahan spora dan perkembangan mikoriza oleh genus yang berbeda dapat dipengaruhi oleh keragaman pH dalam tanah. Berdasarkan hasil analisa tanah pada Desa Poteran menunjukkan bahwa tanah di Desa Poteran mempunyai pH 6,87 sehingga sesuai dengan range pH pertumbuhan spora mikoriza. Infeksi dan rangsangan pertumbuhan *Coprosma robusta* oleh *Glomus moseae* pada

dua pH tanah 5,6 dan 7, tetapi tidak didapatkan pada tanah asam ber-pH 3,3-4,4. Setelah pengapuran sampai pH 6,5 terjadi infeksi dan respon pertumbuhan pada keduanya. Hubungan pH tanah dan vesikula arbuskula mikoriza sangat kompleks, tidak hanya bergantung pada spesies jamur dan jenis tanah tetapi juga spesies tanaman inangnya [7].

Hasil analisa sifat fisik tanah Desa Poteran seperti yang terlihat pada Lampiran 4, terlihat bahwa nilai C organik sebesar 1,33%, N total sebesar 0,19%, C/N sebesar 7 dan P.Brady I sebesar 6,96 mg/kg, sehingga berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah menurut LPT termasuk dalam kategori rendah [9].

Beberapa unsur organik tanah berperan dalam peningkatan keberadaan vesikula arbuskula mikoriza. Ketersediaan P yang tinggi di tanah secara langsung menurunkan aktivitas mikoriza vesikula arbuskular (MVA), sehingga keberadaan MVA di tanah mengalami pengurangan, sebaliknya rendahnya P tersedia di tanah meningkatkan terbentuknya pada tanaman karena kondisi tanah yang seperti ini, tumbuhan cenderung memanfaatkan MVA sebagai salah satu cara untuk mendapat unsur hara dari dalam tanah. C organik dapat menjamin terjadinya mineralisasi yang hasilnya dapat menyediakan unsur hara bagi simbiosis vesikula arbuskula mikoriza dengan tanaman dan dapat menginduksi pertumbuhan hifa vesikula arbuskula mikoriza [10].


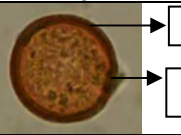

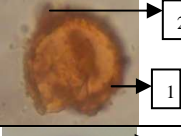

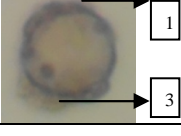
B. Hasil Identifikasi Mikoriza di Desa Poteran

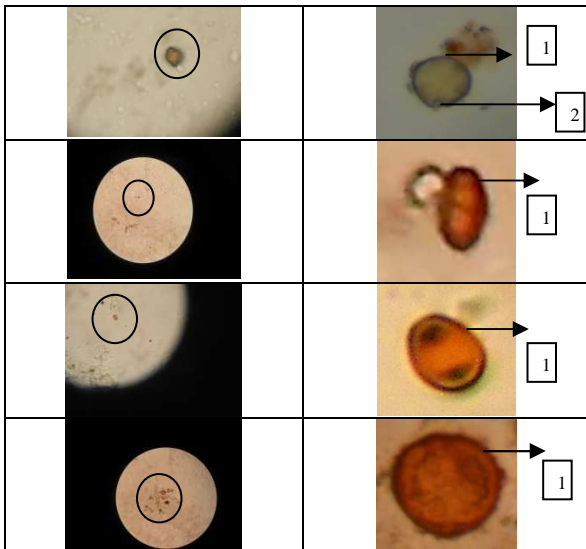
Hasil pengamatan mikoriza vesikula arbuskular dari lahan Desa Poteran ditemukan tiga genus spora yaitu genus *Glomus*, *Gigaspora*, dan *Acaulospora*. Hal ini berkaitan dengan struktur tanah pada Desa Poteran yang kondisi tanahnya merupakan tanah liat berpasir.

C. Genus Glomus

Genus ini dicirikan dengan terbentuknya khlamidospora, khlamidospora merupakan pembentukan spora yang berasal dari perkembangan hifa dan mempunyai dinding spora tunggal maupun ganda [7]. Berikut adalah Tabel 1, gambar hasil pengamatan spora mikoriza genus *Glomus* Desa Poteran:

Tabel 1.
Hasil Pengamatan Identifikasi Spora Mikoriza Vesikula Arbuskular Genus *Glomus*

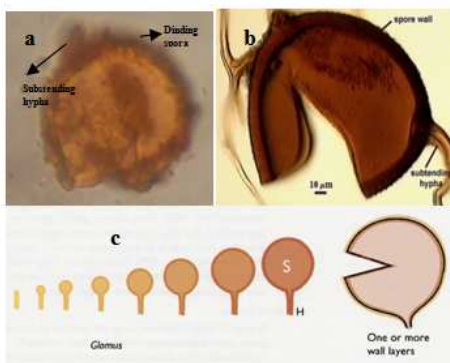
Spora mikoriza perbesaran 400x	Gambar Dengan Teknologi Zoom Pada Program Microsoft Office Picture Manager
	
	
	



Keterangan: (1). Dinding Spora, (2) Hifa, (3) Miselia.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa bentuk spora *Glomus* berbeda-beda ada yang berbentuk *globose*, *ovoid*, dan *ellipsoid*, sedangkan pada ornamennya ada yang berupa *smooth* dan *verrucose*. Ukuran spora *Glomus* yang ditemukan bervariasi mulai dari 6, 145 μm hingga 9, 156 μm , hal ini sesuai dengan literatur yang menjelaskan bahwa spora dari genus *Glomus* mempunyai ukuran $<100 \mu\text{m}$ [6].

Karakteristik khas pada spora *Glomus* adalah sering terlihat jelas dinding spora dan terdapat ujung hifa yang menempel pada permukaan spora (substending hifa) [2]. Pada perkembangan spora *Glomus* seperti yang terlihat pada Gambar 1(c), ujung hifa akan membesar sampai mencapai ukuran maksimal sehingga terbentuk spora (khlamidospora). Terkadang hifa ini akan bercabang-cabang dan tiap cabangnya membentuk khlamidospora. Pada Gambar 1(b) terlihat spora mempunyai substending hifa dan mempunyai dinding spora begitu juga dengan hasil pengamatan pada Gambar 1(a) yang menunjukkan adanya dinding spora dan substending hifa sehingga mengindikasikan bahwa spora yang terlihat pada Gambar 1(a) merupakan spora dengan genus *Glomus*. Umumnya hifa berkembang secara paralel di dalam sel akar dengan panjang mencapai 1,5 – 4 μm , dan berwarna gelap ketika diwarnai dengan *trypan blue* [6].



Gambar 1. (a) *Glomus* sp. Foto Hasil Pengamatan, (b) Gambar Literatur, (c) Perkembangan Spora [2].

D. Genus Gigaspora

Genus *Gigaspora* umumnya memiliki dinding spora tunggal dan suspensor melekat pada permukaan terluar dinding spora. Pada beberapa genus terdapat *bulbous suspensor* tanpa *germination shield*. Selain itu spora *Gigaspora* dihasilkan secara tunggal di dalam tanah.

berbentuk *globus* atau *subglobus*, ciri yang lain dari spora *Gigaspora* adalah adanya sel pelengkap berduri pada permukaan spora dan berdinding tipis [2], seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2.

Hasil Pengamatan Identifikasi Spora Mikoriza Vesikula Arbuskular Genus

Gigaspora

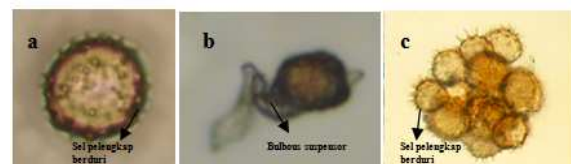
Spora mikoriza perbesaran 400x	Gambar Dengan Teknologi Zoom Pada Program Microsoft Office Picture Manager

Keterangan: (1). Dinding Spora, (2) Bulbous Suspensor.

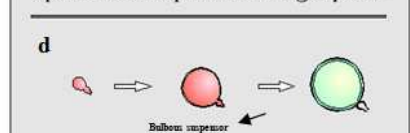
Pada hasil pengamatan didapatkan bahwa bentuk spora *Gigaspora* berbeda-beda seperti *ovoid* dan *globuse*, sedangkan ornamennya ada yang berupa *smooth*, *reticulate*, dan *nodulase*. Ukuran spora *Gigaspora* yang ditemukan bervariasi mulai dari 21,45 μm hingga 25,156 μm , hal ini sesuai dengan literatur yang menjelaskan bahwa spora *Gigaspora* berukuran $>200 \mu\text{m}$ [6].

Berdasarkan perkembangan spora *Gigaspora* seperti yang terlihat pada Gambar 2(c), spora *Gigaspora* terbentuk dari ujung hifa yang membulat (*bulbous suspensor*), selanjutnya muncul bulatan kecil yang semakin membesar mencapai ukuran maksimum yang akhirnya menjadi spora [11], lapisan luar dan lapisan lamina berkembang secara bersamaan, lamina kemudian menebal dan akhirnya terbentuk lapisan dalam [6].

Pada Gambar 2(a) terlihat spora mempunyai sel pelengkap berduri pada permukaan dinding spora dan hal ini sesuai dengan Gambar 2(b), sehingga menunjukkan bahwa spora yang ditemukan merupakan spora mikoriza dengan genus *Gigaspora*.



Spore Development in *Gigaspora*




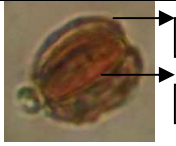
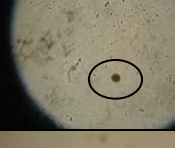
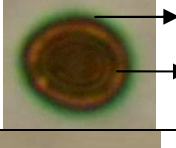
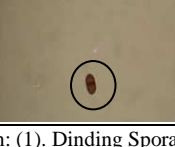
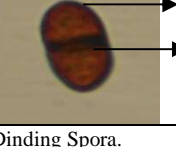
Gambar 2 (a) *Gigaspora* sp. Foto Hasil Pengamatan (adanya sel pelengkap berduri), (b) *Gigaspora* sp. Foto Hasil Pengamatan (adanya bulbous suspensor) (c) Gambar Literatur [2], (d) Perkembangan Spora [6].

E. Genus *Acaulospora*

Ciri dari genus *Acaulospora* adalah terdapat beberapa lapisan dinding spora sehingga terlihat dalam satu spora mempunyai banyak lapisan dinding spora. Cara pembentukannya dapat dilakukan dengan berbagai cara. Pertama-tama dibentuk secara terminal pada suatu hifa yang membengkak keluar. Azygospora terbentuk secara menguncup lateral pada batang hifa tersebut, dan isi dari vesikel dipindahkan ke dalam spora. Setelah spora mendekati masak dalam ukurannya, maka vesikel yang kosong tersebut akan hilang (rusak), seringkali vesikel terlihat pada spora apabila disaring dari tanah. Vesikel yang ber dinding tipis berfungsi sebagai cadangan makanan [7]. Tabel 3 menunjukkan hasil pengamatan spora mikoriza genus *Acaulospora* Desa Poteran.

Tabel 3.

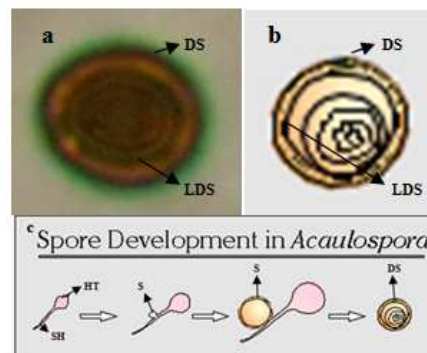
Hasil Pengamatan Identifikasi Spora Mikoriza Vesikula Arbuskular Genus *Acaulospora*

Spora mikoriza perbesaran 400x	Gambar Dengan Zoom Pada Microsoft Office Picture Manager	Teknologi Program
		1 2
		1 2
		1 2

Keterangan: (1). Dinding Spora, (2) Lapisan Dinding Spora.

Dari hasil pengamatan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa spora mikoriza genus *Acaulospora* mempunyai bentuk yang berbeda-beda seperti *globose*, *ellipsoid* dan *ovoid*, tetapi mempunyai ornamen yang sama yaitu *smooth*. Ukuran spora genus *Acaulospora* yang ditemukan bervariasi, mulai dari 11,56 μm hingga 19,137 μm , hal ini sesuai dengan literatur yang menjelaskan bahwa ukuran *Acaulospora* berkisar 100-150 μm [2].

Pada Gambar 3(a), hasil pengamatan menunjukkan morfologi yang sama dengan gambar 3(b) dari literatur, yaitu terdapat dinding spora dengan lapisan dinding spora di dalamnya sehingga mengindikasikan bahwa spora yang ditemukan merupakan genus *Acaulospora*. Pada Gambar 3(b), terlihat bahwa pembentukan spora berasal dari ujung hifa (substending hyphae) yang membesar seperti spora yang disebut hyphal terminus. Di antara hyphal terminus dan substending hyphae akan muncul bulatan kecil yang semakin lama semakin membesar dan terbentuk spora. Dalam perkembangannya hifa terminal akan rusak dan isinya akan masuk ke spora. Rusaknya hifa terminus akan meninggalkan bekas lubang kecil yang disebut *cicatric* [2]. Hal inilah yang menyebabkan *Acaulospora* mempunyai karakteristik khusus yang dapat membedakan dengan genus spora mikoriza yang lain.



Gambar 3. (a) *Acaulospora* sp. Foto Hasil Pengamatan, (b) Gambar Literatur, (c) Perkembangan Spora [6].

Keterangan gambar: (SH) substending hyphae, (HT) hyphal terminus, (S) Spora, (DS) Dinding Spora, (LDS) Lapisan Dinding Spora.

Ketiga tabel di atas menunjukkan bahwa spora mikoriza pada lahan Desa Poteran didominasi oleh genus *Glomus*, sedangkan genus *Gigaspora* dan *Acaulospora* ditemukan dengan jumlah yang sedikit. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Delvian [12] yang melaporkan bahwa spora genus *Glomus* ditemukan pada setiap petak ukur sedangkan genus *Gigaspora* hanya ditemukan pada petak ukur yang dekat dengan garis pantai. Selain itu Halimah [13] dalam penelitiannya mengenai identifikasi mikoriza juga mengatakan bahwa genus *Glomus* banyak ditemukan dalam tanah liat berpasir dibandingkan dengan genus *Gigaspora* dan *Acaulospora*. Hasil penelitian Hasbi dalam Sundari [14] menunjukkan bahwa genus *Glomus* dijumpai hampir pada semua lokasi dan tanaman sampel yaitu nanas, sawi, papaya kangkung dan terong kecuali pada bayam, sedangkan genus *Acaulospora* hanya ditemukan pada tanaman sawi, papaya dan kangkung. Hal ini menunjukkan bahwa genus *Glomus* mempunyai kemampuan adaptasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan genus *Gigaspora* dan *Acaulospora*.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari lahan Desa Poteran, Pulau Poteran, Sumenep Madura ditemukan tiga genus mikoriza, yaitu *Glomus*, *Gigaspora* dan *Acaulospora*. Genus *Glomus* ditemukan lebih banyak dibandingkan dengan genus *Gigaspora* dan *Acaulospora* hal ini berkaitan dengan struktur tanah pada Desa Poteran yang kondisi tanahnya merupakan tanah liat berpasir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, Ibu, Bapak, keluarga atas doa dan segala perhatiannya, dan teman-teman Biologi ITS 2010 yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada pihak penelitian Internasional BOPTN ITS 2013 atas bantuan dana pelaksanaan pada penelitian ini. Terima kasih kepada Ibu Dini Ermavitalini, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing penelitian ini, Ibu N.D. Kuswytasari, S.Si, M.Si dan Ibu Dra. Nurlita Abdulgani, M.Si atas saran, masukan dan kritik terhadap penelitian ini. Terima kasih pula kepada Kementerian Agama Republik Indonesia Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Beasiswa Santri Berprestasi (PBSB) 2010-2014. Dan semua pihak

yang telah membantu untuk penyelesaian penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supriyadi, S. "Kandungan Bahan Organik Sebagai Dasar Pengelolaan Tanah Di Lahan Kering Madura". *Jurnal Embryo*. (2008) ISSN : 0216-0188.
- [2] Brundrett, M. C., Bougher, N., Dells, B., Grove, T., And Malajczuk, N. "Working With Mycorrhizas In Forestry And Agriculture". Aciar, Canberra. 374p. (1996).
- [3] Talanca, H. "Status Cendawan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Pada Tanaman. Balai Penelitian Tanaman Serealia". *Prosiding Pekan Serealia Nasional*. Sulawesi Selatan. (2010) ISSN : 978-979-89-40-29-3.
- [4] Simanungkalit, R.D.M., Suriadikata, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D. dan W.Hartatik. "Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia: Suatu Pendekatan Terpadu". *Buletin Agribio*. (2010) 56-61.
- [5] Nurhidayati, T., Purwani, K.I., dan Ermavitalini, D., "Isolasi Mikoriza Vesikular- Arbuskular Pada Lahan Kering Di Jawa Timur". *Jurnal Penelitian Hayati Edisi Khusus*. (2010) (43-46).
- [6] INVAM. (http://invam.caf.wvu.edu/Myc_Info/Taxonomy/species.html) (2014).
- [7] Sastrahidayat, I.R. "Rekayasa Pupuk Hayati Mikoriza Dalam Meningkatkan Produksi Pertanian". Malang: Universitas Brawijaya Press. (2011).
- [8] Hapsari, R. "Aplikasi Mikoriza Indigenous Dari Lahan Gunung Dan Tegal Di Pamekasan Pada Tanaman Tembakau Madura (*Nicotiana tabacum*)". *Skripsi*. Program Pendidikan S1 Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya. (2012).
- [9] Lembaga Penelitian Tanah. "Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah. Lembaga Penelitian tanah". Bogor. (1983).
- [10] Muzakkir, "Hubungan Antara Cendawan Mikoriza Arbuskula Indigenous Dan Sifat Kimia Tanah Di Lahan Kritis Tanjung Alai, Sumatera Barat". *Jurnal Solum*. (2011) 8(2) 53-57.
- [11] Budi, H., Gulamadi, M., Darusman, L.K., Aziz, S.A., Mansur, I. "Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada Rizosfer Tanaman Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban)". *Jurnal Litri*. (2011) Vol. 17 No. 1 32-40.
- [12] Delvian. "Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Di Hutan Pantai Dan Potensi Pemanfaatannya". *Disertasi*. Bogor : Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. (2003).
- [13] Halimah, N. "Eksplorasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Indigenous Pada Tanah Regosol Di Pamekasan, Madura". *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. (2014) 3(1), 2337-3520.
- [14] Sundari, S. "Isolasi Dan Identifikasi Mikoriza Indigenous Dari Perakaran Tembakau Sawah (*Nicotiana tabacum*) Di Area Persawahan Kabupaten Pamekasan Madura". *Skripsi*. Program Pendidikan S1 Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya. (2012)